



ORIGINAL

Características morfológicas del triatleta según sexo, categoría y nivel competitivo[☆]



Alicia Sofía Canda^{*}, Luis Alberto Castiblanco, Ainhoa Nekane Toro, Javier Alejandro Amestoy y Susana Higuera

Centro de Medicina del Deporte, Consejo Superior de Deportes, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid, España

Recibido el 15 de julio de 2013; aceptado el 5 de diciembre de 2013

Disponible en Internet el 15 de julio de 2014

PALABRAS CLAVE

Composición corporal;
Somatotipo;
Proporcionalidad;
Triatlón

Resumen El triatlón combina 3 modalidades deportivas de resistencia y necesita unas características físicas para optimizar el rendimiento de cada segmento. El objetivo fue determinar el perfil morfológico del triatleta. Se analizaron retrospectivamente 153 protocolos incluyendo: peso, talla, perímetros, diámetros, longitudes y pliegues cutáneos. Se dividieron las muestras masculina y femenina en sénior y junior, y los sénior en primer y segundo nivel competitivo.

El somatotipo fue ecto-mesomórfico, excepto en mujeres junior, que fue central. Los sénior tuvieron menor porcentaje graso (Whiters, 1987) que los junior (varones 7,4 vs 8,5; mujeres 13,9 vs 16,8), y las mujeres de nivel 1 respecto al 2 (11,8 vs 16,2). La masa muscular (Lee, 2000) fue mayor en sénior respecto a los junior, en varones en kilos (32,1 vs 30,9) y en mujeres en porcentaje (42,8 vs 41); las mujeres de nivel 1 respecto al 2 (44,2 vs 41,2). Las áreas musculares transversales (Heysmfield, 1982) fueron mayores en sénior varones en brazo y muslo respecto al junior, y mujeres sénior de nivel 1 mayor en muslo en relación al 2. Los índices se situaron en rango medio, teniendo los sénior varones un mayor índice braquial que los junior.

Los varones hasta la etapa sénior no alcanzan el desarrollo musculoesquelético del tren superior; mientras que las mujeres lo alcanzan en la etapa junior. En las mujeres sénior su nivel de rendimiento lo marca una mayor edad y niveles de grasa más bajos. Los triatletas deberán tener un peso con bajo porcentaje graso y un componente musculoesquelético en rango medio.

© 2013 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Body composition;
Somatotype;
Proportionality

Morphological characteristics of the triathlete according to sex, category and competitive level

Abstract The triathlon combines three resistance sport disciplines and requires physical characteristics to optimize the performance of each segment. The aim of this study was to determine the morphological profile of the triathlete. A retrospective analysis was performed

[☆] Parte de la información fue presentada como comunicación oral: «Perfil antropométrico del triatleta junior y senior» en el XII Congreso Nacional de la Federación Española de Medicina del Deporte, del 24 al 27 de octubre de 2007 en Sevilla.

^{*} Autor para correspondencia.

Correo electrónico: alicia.canda@csd.gob.es (A.S. Canda).

on 153 protocols including: weight, height, perimeters, diameters, lengths, and skinfolds. The male and female samples were divided into senior and junior, and senior into first and second ranking levels.

The somatotype was ecto-mesomorph, except for junior females, for which it was central. The senior category had a fat percentage (Withers, 1987) lower than the junior, men 7.4 vs. 8.5; females 13.9 vs. 16.8; and level 1 compared to level 2 in females, 11.8 vs. 16.2. Muscle mass (Lee, 2000) for the senior was higher than for the junior, in males in kilograms (32.1 vs. 30.9), and females in percentage (42.8 vs. 41); level 1 female compared to 2 (44.2 vs. 41.2). Muscle cross-section areas (Heysmfield, 1982) in arm and thigh were higher in senior male than in junior male; and for senior female in the thigh it was higher in level 1 than in level 2. The indices were in the middle range, the senior male having a brachial index greater than the junior male.

Males only reached the senior phase in the upper body musculoskeletal development; while females only reached it in the junior phase. The performance in the senior females is marked by greater age and lower fat levels. Triathletes should have a weight with low percentage of body fat and a musculoskeletal component in the medium range.

© 2013 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

En la valoración funcional del deportista se determinan las características morfológicas por ser uno de los factores que influyen en el éxito deportivo. El triatlón, al ser un deporte de resistencia que combina de forma secuencial natación, ciclismo y carrera a pie, necesitará de diferentes habilidades técnicas, alta capacidad aeróbica y bajo componente graso; también desde el punto de vista del gesto biomecánico se beneficiará de unas extremidades proporcionalmente largas¹⁻⁵. Al ser una modalidad relativamente nueva —es deporte olímpico desde los Juegos Olímpicos de Sydney en 2000—, no hay muchas referencias antropométricas en la literatura, siendo el estudio más amplio el realizado con motivo del mundial de 1997^{4,5}, donde los autores encontraron que el 47% de la varianza del tiempo total del triatlón se debía a los factores morfológicos. También, los participantes en las diferentes pruebas de triatlón han procedido de alguno de los deportes individuales, la mayor parte de la natación. Estudios previos han comparado a los especialistas de cada prueba con los triatletas, encontrando una combinación de sus características^{3,6-9}. En la actualidad hay una mayor especialización y los deportistas entrenan y compiten desde edades más tempranas en este deporte, por lo que la selección y adaptación puede que hayan producido cambios en la morfología corporal¹⁰.

El triatlón en España ha tenido un gran desarrollo y figura en el cuarto lugar del medallero de los Campeonatos del Mundo desde su inicio en 1989 hasta el año 2012. Esto nos permite estudiar las características de tamaño, forma, composición corporal y proporcionalidad en una amplia muestra de triatletas. El objetivo de nuestro estudio es la determinación del perfil antropométrico del triatleta según sexo, categoría y nivel competitivo con el fin de caracterizar las variables antropométricas más discriminantes relacionadas con el rendimiento deportivo. Este conocimiento es importante a la hora de la optimización morfológica con el entrenamiento y la detección de talentos deportivos.

Métodos

Muestra

El trabajo se ha realizado de forma retrospectiva con los perfiles antropométricos de 153 deportistas (108 varones y 45 mujeres) que acudieron a nuestro centro durante los años 1999 a 2009. Se agruparon en 2 categorías: senior, donde se incluyeron tanto a los senior (24 a 39 años) como al grupo sub-23; y categoría junior (17 a 19 años). A su vez, la categoría senior se dividió en nivel 1 y nivel 2 según sus resultados deportivos (ranking nacional). Todos los deportistas eran caucásicos y competían a nivel nacional y/o internacional. El deportista firmó un consentimiento informado cediendo sus datos con fines de investigación.

Protocolo antropométrico

El material antropométrico utilizado fue: báscula, marca Seca delta digital (precisión de 0,1 kg); estadiómetro, marca Holtain (precisión de 1 mm); tallímetro para talla sentada, marca Holtain (precisión de 1 mm); antropómetro, marca GPM Siber Hegner (precisión de 1 mm); calibre óseo grande de ramas curvas, marca GPM Siber Hegner (precisión de 1 mm); calibrador óseo tipo Vernier, marca Holtain (precisión de 1 mm); compás de pliegues, marca Holtain (precisión de 0,2 mm), y cinta antropométrica, marca Rosscraft (precisión de 1 mm).

Las variables incluidas fueron: peso; estatura; talla sentado/a; envergadura; altura trocantérea y tibial; longitudes de brazo, antebrazo, mano, muslo (altura trocantérea menos altura tibial), pierna (altura tibial) y del pie; diámetros biacromial, biiliocrestal, bitrocantéreo, transverso de tórax, anteroposterior de tórax, biestiloideo de muñeca, biépicondileo de húmero, bicondíleo de fémur y bimalleolar de tobillo; perímetros de cabeza, cuello, hombros, tórax, cintura, cadera, brazo relajado, brazo flexionado y contraído, antebrazo, muñeca, muslo superior, muslo medio,

rodilla, pierna y tobillo; pliegues cutáneos: pectoral, ilio-cresta, supraespal, abdominal, bíceps, tríceps, subescapular, muslo anterior y pierna medial. Los pliegues cutáneos se tomaron en el lado derecho, dando la media de 3 medidas; las longitudes y diámetros bilaterales en el lado derecho, y los perímetros corporales bilaterales, en el lado dominante. La técnica antropométrica fue la recomendada por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK)¹¹, excepto en 2 variables: perímetro de muslo medio¹² y pliegue cutáneo pectoral¹³. El antropometrista estaba acreditado por la ISAK con nivel 3 y su error técnico de medida se sitúa dentro los rangos recomendados.

En el estudio de la composición corporal se aplicó el método de Kerr y Ross¹⁴ con el cálculo de 5 componentes: piel, grasa, músculo, hueso y residual. La grasa subcutánea se valoró por el perfil de pliegues y sumatorios de pliegues. La grasa corporal total se estimó mediante la ecuación de Whithers (1987)^{15,16}, específica para deportistas y por las ecuaciones generalizadas de Durnin y Womersley (1974)¹⁷ y Jackson y Pollock (1985)¹³. El desarrollo muscular se analizó mediante las áreas musculares transversales¹⁸ (CSA) y la masa muscular por la ecuación de Lee et al. (2000)¹⁹.

Los 3 componentes del somatotipo se determinaron por el método de Heath-Carter²⁰. Se calcularon los índices: córmico (talla sentada dividida por estatura), envergadura relativa (envergadura dividida por estatura), índice braquial (longitud de antebrazo dividido por longitud del brazo), longitud relativa de miembro inferior (altura trocánterea dividida por estatura), índice crural (altura tibial dividida por altura trocánterea menos altura tibial), índice acromioliaco (diámetro biiliocrestal dividido por diámetro biacromial), índice torácico (diámetro transversal de tórax dividido por diámetro anteroposterior de tórax), peso corporal total (kg) dividido por sumatorio de 8 pliegues (perfil de pliegues exceptuando el pectoral, en mm) y el índice de masa corporal activa (IAKS, siglas provenientes del alemán *Index Aktive Körpersubstanz*), peso magro (peso corporal menos peso grasa estimado por Whithers) dividido por estatura elevada al cubo (g/cm^3) y multiplicado por cien.

Análisis estadístico

Las variables antropométricas directas como los valores calculados de composición corporal, somatotipo y proporcionalidad fueron analizadas mediante estadística descriptiva y comparativa. Se comprobó la normalidad por el test de Kolmogorov-Smirnov de todas las variables en los diferentes grupos. La homogeneidad de las varianzas se realizó por el test de Levene, y en el caso de heterogeneidad de las varianzas se aplicó el test de Welch. Se aplicó la prueba de la T para muestras independientes, excepto en una de las variables que no se demostró la distribución de la normalidad, en la que se aplicó el test no paramétrico U de Mann-Whitney. La significación estadística se fijó en una $p \leq 0,05$. El programa estadístico utilizado fue el IBM SPSS Statistics 19.

Resultados

En la [tabla 1](#) se muestran los valores de las variables antropométricas según sexo y categoría (senior y junior). En relación

a las características generales, los varones del grupo senior fueron más pesados y tuvieron más estatura y talla sentada que los junior. En las mujeres, el junior fue más alto que las de categoría senior. El panículo adiposo representado por el perfil de pliegues es menor en la categoría senior tanto de la muestra masculina como femenina, existiendo diferencias estadísticamente significativas, excepto en abdominal y subescapular en los varones, y pectoral y subescapular en las mujeres. En perímetros corporales, la muestra masculina de categoría senior obtuvo valores mayores en los correspondientes al tren superior (cabeza, cuello, hombros, tórax, talle, brazo relajado y brazo contraído); en la muestra femenina las diferencias fueron menores, estableciéndose solo en el perímetro de cabeza, de cadera y rodilla, con valores superiores en la categoría junior. En la estructura ósea los varones de la categoría senior obtuvieron valores mayores en el biacromial, transversal y anteroposterior de tórax y en el biestiloideo de muñeca, mientras que en las mujeres no se encontraron diferencias entre categorías. Por último, los varones senior tenían mayor longitud del antebrazo que los junior, y las mujeres del grupo senior menor longitud de brazo y muslo en relación con las junior.

Las características antropométricas de los senior según nivel competitivo se recogen en la [tabla 2](#). En la muestra masculina, las diferencias encontradas estadísticamente significativas entre el nivel 1 respecto al nivel 2 fueron: menor pliegue cutáneo de muslo anterior; menores perímetros de antebrazo, muñeca, muslo superior, rodilla, pierna y tobillo, y menores diámetros de muñeca y tobillo. En la muestra femenina: el nivel 1 tuvo menor panículo adiposo en el perfil de pliegues, excepto el pectoral, que fue similar; menores perímetros de cadera y rodilla; diámetros óseos similares, y menor longitud de antebrazo. En cuanto a la edad, solo en la muestra femenina las del nivel 1 fueron mayores que las del nivel 2.

En la [tabla 3](#), figuran el somatotipo, la composición corporal y la proporcionalidad de ambas muestras por categorías senior y junior. El somatotipo fue mesomórfico dominante, seguido por el ectomorfismo, en los 2 grupos de varones y en las mujeres del grupo senior, mientras que en las junior el somatotipo fue central. Un menor endomorfismo se obtuvo en la categoría senior tanto en la muestra masculina como femenina. El fraccionamiento del peso en 5 componentes¹⁴, en la muestra masculina, dio valores absolutos superiores (kg) en la categoría senior en piel, músculo, óseo y residual, mientras que dieron menor porcentaje de piel y grasa, y mayor porcentaje muscular que los junior. En la muestra femenina, las senior tuvieron menor componente grasa tanto en absoluto (kg) como en relativo (%) y mayor porcentaje muscular que las junior. La suma de los 5 componentes sobrestimó el peso corporal en ambas categorías.

La valoración de la grasa subcutánea total indica valores menores en la categoría senior tanto en varones como en mujeres. La estimación del porcentaje de grasa corporal da en la muestra masculina senior, menor peso corporal por Whithers^{15,16} y menor porcentaje de grasa por las ecuaciones de Whithers^{15,16} y Durnin-Womersley¹⁷; mientras que la estimada mediante Jackson y Pollock¹³ fue similar. En la muestra femenina, la categoría senior obtuvo valores más bajos tanto en absoluto como en relativo al peso total por las 3 ecuaciones de estimación.

Tabla 1 Características antropométricas según sexo y categoría

| Triatlón | Varones | | p | Mujeres | | p |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------|-------------------------------|-------------------------------|------|
| | Senior (n = 65) Media ± DE | Junior (n = 43) Media ± DE | | Senior (n = 26) Media ± DE | Junior (n = 19) Media ± DE | |
| Variables directas | | | | | | |
| <i>Edad (años)</i> | 26,0 ± 4,3 | 18,7 ± 0,8 | **** | 25,6 ± 4,3 | 18,5 ± 0,9 | **** |
| <i>Peso (kg)</i> | 68,5 ± 5,0 | 65,3 ± 5,0 | ** | 53,8 ± 3,8 | 55,6 ± 4,5 | ns |
| <i>Talla (cm)</i> | 178,0 ± 5,2 | 175,8 ± 5,8 | * | 163,2 ± 5,4 | 166,5 ± 5,5 | * |
| <i>Talla sentada/a (cm)</i> | 93,8 ± 3,0 | 92,6 ± 3,0 | * | 86,8 ± 2,7 | 88,1 ± 3,1 | ns |
| <i>Envergadura (cm)</i> | 181,6 ± 6,0 | 179,4 ± 6,7 | ns | 164,8 ± 5,5 | 167,9 ± 5,4 | ns |
| Perfil de pliegues (mm) | | | | | | |
| Pectoral | 4,2 ± 1,0 | 4,6 ± 1,2 | * | 4,4 ± 1,3 | 5,1 ± 1,6 | ns |
| Cresta iliaca | 6,7 ± 1,8 | 7,8 ± 2,2 | *** | 8,6 ± 2,6 | 11,4 ± 3,2 | ** |
| Supraespinal | 5,4 ± 1,0 | 6,4 ± 1,8 | **** | 6,5 ± 1,6 | 8,3 ± 2,3 | ** |
| Abdominal | 7,4 ± 2,2 | 8,1 ± 2,6 | ns | 9,2 ± 3,8 | 12,3 ± 4,3 | * |
| Bíceps | 3,0 ± 0,5 | 3,4 ± 0,7 | **** | 4,2 ± 1,3 | 5,0 ± 1,5 | * |
| Tríceps | 5,7 ± 1,3 | 7,0 ± 1,7 | **** | 10,0 ± 2,8 | 12,1 ± 2,4 | ** |
| Subescapular | 7,1 ± 1,1 | 7,4 ± 1,1 | ns | 7,4 ± 1,4 | 8,3 ± 1,7 | ns |
| Muslo anterior | 8,0 ± 2,5 | 9,4 ± 2,4 | ** | 14,1 ± 4,8 | 17,9 ± 4,9 | ** |
| Pierna medial | 5,1 ± 1,3 | 6,5 ± 1,7 | **** | 7,9 ± 3,2 | 10,1 ± 2,7 | ** |
| Perímetros corporales (cm) | | | | | | |
| Cabeza | 56,4 ± 1,3 | 55,9 ± 1,4 | * | 54,1 ± 1,2 | 55,1 ± 0,9 | ** |
| Cuello | 37,8 ± 1,5 | 37,2 ± 1,4 | * | 32,8 ± 1,3 | 32,5 ± 1,1 | ns |
| Hombros | 112,7 ± 3,9 | 111,0 ± 4,0 | * | 101,1 ± 3,0 | 101,8 ± 4,3 | ns |
| Tórax | 97,8 ± 3,5 | 95,4 ± 3,6 | *** | 87,3 ± 3,2 | 87,6 ± 3,2 | ns |
| Cintura | 76,2 ± 3,0 | 75,1 ± 2,8 | * | 67,4 ± 2,4 | 68,3 ± 3,5 | ns |
| Abdomen | 77,1 ± 3,2 | 76,7 ± 2,9 | ns | 71,8 ± 3,1 | 73,9 ± 4,1 | ns |
| Cadera | 91,9 ± 3,2 | 91,5 ± 3,1 | ns | 88,5 ± 3,5 | 90,7 ± 3,3 | * |
| Brazo relajado | 29,0 ± 1,4 | 28,3 ± 1,5 | *** | 26,3 ± 1,3 | 26,2 ± 2,1 | ns |
| Brazo contraído | 31,4 ± 1,5 | 30,7 ± 1,4 | * | 27,6 ± 1,2 | 27,4 ± 1,9 | ns |
| Antebrazo | 26,6 ± 1,1 | 26,3 ± 0,9 | ns | 23,2 ± 0,7 | 23,4 ± 0,9 | ns |
| Muñeca | 16,5 ± 0,8 | 16,3 ± 0,6 | ns | 14,6 ± 0,6 | 14,9 ± 0,8 | ns |
| Muslo superior | 54,4 ± 2,2 | 54,0 ± 2,2 | ns | 53,0 ± 2,2 | 53,8 ± 2,9 | ns |
| Muslo medio | 51,1 ± 1,9 | 50,4 ± 2,3 | ns | 47,8 ± 2,4 | 47,7 ± 3,1 | ns |
| Rodilla | 37,1 ± 1,7 | 36,8 ± 1,4 | ns | 34,4 ± 1,8 | 35,7 ± 1,5 | ** |
| Pierna | 36,6 ± 1,5 | 36,4 ± 1,6 | ns | 34,1 ± 1,6 | 34,2 ± 1,7 | ns |
| Tobillo | 22,2 ± 0,9 | 22,2 ± 1,0 | ns | 20,4 ± 0,9 | 21,0 ± 1,3 | ns |
| Diámetros óseos (cm) | | | | | | |
| Biacromial | 40,8 ± 1,5 | 39,9 ± 1,8 | ** | 36,1 ± 1,4 | 36,7 ± 1,4 | ns |
| Biiliocrestal | 27,2 ± 1,4 | 26,9 ± 1,4 | ns | 25,6 ± 1,5 | 26,1 ± 1,7 | ns |
| Bitrocantéreo | 31,3 ± 1,3 | 31 ± 1,3 | ns | 30,3 ± 1,5 | 31,1 ± 1,0 | ns |
| Transverso tórax | 29,3 ± 1,3 | 28,6 ± 1,5 | *** | 26,0 ± 1,4 | 26,5 ± 1,1 | ns |
| Anteroposterior tórax | 20,7 ± 1,5 | 20,0 ± 1,2 | *** | 18,5 ± 1,0 | 18,1 ± 1,3 | ns |
| Muñeca | 5,8 ± 0,3 | 5,7 ± 0,2 | * | 5,1 ± 0,3 | 5,1 ± 0,3 | ns |
| Húmero | 7,0 ± 0,3 | 6,9 ± 0,2 | ns | 6,0 ± 0,3 | 6,1 ± 0,3 | ns |
| Fémur | 9,9 ± 0,4 | 9,8 ± 0,4 | ns | 9,0 ± 0,4 | 9,0 ± 0,3 | ns |
| Maleolar | 7,3 ± 0,3 | 7,2 ± 0,3 | ns | 6,4 ± 0,3 | 6,5 ± 0,2 | ns |
| Longitudes (cm) | | | | | | |
| M. superior | 78,4 ± 3,0 | 77,8 ± 3,3 | ns | 71,4 ± 2,9 | 73,0 ± 2,4 | ns |
| M. inferior | 84,2 ± 3,5 | 83,2 ± 3,8 | ns | 76,4 ± 3,5 | 78,5 ± 3,4 | ns |
| Brazo | 33,7 ± 1,5 | 33,6 ± 1,7 | ns | 30,6 ± 1,7 | 31,6 ± 1,2 | * |
| Antebrazo | 25,7 ± 1,3 | 25,2 ± 1,3 | * | 23,1 ± 1,6 | 23,7 ± 1,1 | ns |
| Mano | 19,3 ± 0,9 | 19,1 ± 0,9 | ns | 17,5 ± 1,0 | 17,9 ± 1,7 | ns |
| Muslo | 45,5 ± 1,9 | 45,2 ± 1,9 | ns | 42 ± 2,1 | 43,5 ± 2 | * |
| Pierna | 46,7 ± 1,2 | 46,2 ± 2,2 | ns | 42,7 ± 2,3 | 43,6 ± 2 | ns |
| Pie | 26,2 ± 1 | 25,9 ± 0,9 | ns | 23,5 ± 1,1 | 24,0 ± 0,9 | ns |

Diferencia estadísticamente significativa con: * p < 0,05; ** p < 0,01; ***p < 0,001; ****p < 0,0001; ns: diferencia no significativa.

Tabla 2 Características antropométricas de la categoría senior según sexo y nivel competitivo

| Categoría senior | Varones | | p | Mujeres | | p |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----|------------------------------------|------------------------------------|------|
| | Nivel 1 (n = 23) Media \pm DE | Nivel 2 (n = 42) Media \pm DE | | Nivel 1 (n = 14) Media \pm DE | Nivel 2 (n = 12) Media \pm DE | |
| <i>Variables directas</i> | | | | | | |
| <i>Edad (años)</i> | 26,2 \pm 4 | 25,9 \pm 4,6 | ns | 27,4 \pm 4,4 | 23,6 \pm 3,3 | * |
| <i>Peso (kg)</i> | 67,6 \pm 4,1 | 69 \pm 5,4 | ns | 52,7 \pm 3,6 | 55,1 \pm 3,8 | ns |
| <i>Talla (cm)</i> | 176,9 \pm 4,1 | 178,6 \pm 5,7 | ns | 162 \pm 5,3 | 164,7 \pm 5,3 | ns |
| <i>Talla sentado/a (cm)</i> | 93,5 \pm 2,6 | 94 \pm 3,2 | ns | 86,5 \pm 2,9 | 87,2 \pm 2,5 | ns |
| <i>Envergadura (cm)</i> | 180,1 \pm 5,7 | 182,5 \pm 6,1 | ns | 163 \pm 4,3 | 167 \pm 6,2 | ns |
| <i>Perfil de pliegues (mm)</i> | | | | | | |
| Pectoral | 4,2 \pm 0,8 | 4,2 \pm 1,1 | ns | 4 \pm 1 | 4,9 \pm 1,5 | ns |
| Cresta iliaca | 6,3 \pm 1,2 | 6,9 \pm 2,1 | ns | 7 \pm 1,4 | 10,4 \pm 2,6 | **** |
| Supraespinal | 5,2 \pm 0,8 | 5,5 \pm 1,1 | ns | 5,6 \pm 1 | 7,5 \pm 1,6 | *** |
| Abdominal | 7,2 \pm 2,2 | 7,5 \pm 2,2 | ns | 7,8 \pm 2,1 | 10,8 \pm 4,6 | * |
| Bíceps | 3 \pm 0,4 | 3 \pm 0,5 | ns | 3,7 \pm 1,1 | 4,7 \pm 1,3 | * |
| Tríceps | 5,6 \pm 1,1 | 5,8 \pm 1,4 | ns | 8,7 \pm 2,3 | 11,5 \pm 2,7 | ** |
| Subescapular | 6,8 \pm 1 | 7,2 \pm 1,2 | ns | 6,7 \pm 0,8 | 8,1 \pm 1,5 | ** |
| Muslo anterior | 7,2 \pm 2 | 8,5 \pm 2,7 | * | 10,5 \pm 1,7 | 18,2 \pm 3,6 | **** |
| Pierna medial | 4,8 \pm 0,7 | 5,2 \pm 1,5 | ns | 5,9 \pm 2 | 10,1 \pm 2,9 | **** |
| <i>Perímetros corporales (cm)</i> | | | | | | |
| Cabeza | 56,4 \pm 1,5 | 56,5 \pm 1,1 | ns | 54 \pm 1,2 | 54,2 \pm 1,4 | ns |
| Cuello | 37,9 \pm 1,5 | 37,7 \pm 1,5 | ns | 32,8 \pm 1,3 | 32,9 \pm 1,4 | ns |
| Hombros | 111,9 \pm 3,6 | 113,2 \pm 4 | ns | 100,9 \pm 2,9 | 101,4 \pm 3,3 | ns |
| Tórax | 97,1 \pm 3,4 | 98,2 \pm 3,5 | ns | 86,7 \pm 3,1 | 87,9 \pm 3,3 | ns |
| Cintura | 76,2 \pm 2,9 | 76,2 \pm 3,1 | ns | 66,6 \pm 1,9 | 68,3 \pm 2,6 | ns |
| Abdomen | 76,8 \pm 3,3 | 77,3 \pm 3,2 | ns | 71 \pm 2,2 | 72,7 \pm 3,8 | ns |
| Cadera | 91,5 \pm 3 | 92,1 \pm 3,3 | ns | 87,1 \pm 2,4 | 90,3 \pm 3,8 | * |
| Brazo relajado | 28,9 \pm 1,2 | 29,2 \pm 1,5 | ns | 26,2 \pm 1,1 | 26,3 \pm 1,5 | ns |
| Brazo contraído | 31,1 \pm 1,4 | 31,6 \pm 1,6 | ns | 27,8 \pm 1,3 | 27,5 \pm 1,7 | ns |
| Antebrazo | 26,2 \pm 1,1 | 26,8 \pm 1 | * | 23,2 \pm 0,7 | 23,2 \pm 0,7 | ns |
| Muñeca | 16,2 \pm 0,7 | 16,7 \pm 0,8 | * | 14,4 \pm 0,5 | 14,7 \pm 0,6 | ns |
| Muslo superior | 53,7 \pm 2,1 | 54,8 \pm 2,1 | * | 52,3 \pm 2,5 | 53,8 \pm 1,7 | ns |
| Muslo medio | 50,8 \pm 1,8 | 51,2 \pm 2 | ns | 47,9 \pm 2,7 | 47,7 \pm 2,1 | ns |
| Rodilla | 36,4 \pm 1,8 | 37,5 \pm 1,5 | ** | 33,5 \pm 1,8 | 35,4 \pm 1,1 | *** |
| Pierna | 36 \pm 1,3 | 36,9 \pm 1,6 | * | 33,8 \pm 1,5 | 34,4 \pm 1,7 | ns |
| Tobillo | 21,9 \pm 0,7 | 22,3 \pm 0,9 | * | 20,1 \pm 0,7 | 20,7 \pm 1 | ns |
| <i>Diámetros óseos (cm)</i> | | | | | | |
| Biacromial | 40,8 \pm 1,3 | 40,8 \pm 1,6 | ns | 36 \pm 1,6 | 36,3 \pm 1,1 | ns |
| Biiliocrestal | 27,1 \pm 1,3 | 27,2 \pm 1,4 | ns | 25,8 \pm 1,4 | 25,5 \pm 1,7 | ns |
| Bitrocantereo | 31,1 \pm 1,2 | 31,5 \pm 1,3 | ns | 30,1 \pm 0,7 | 30,6 \pm 2,1 | ns |
| Transverso tórax | 29,4 \pm 1,4 | 29,3 \pm 1,3 | ns | 25,8 \pm 1,4 | 26,1 \pm 1,4 | ns |
| Anteroposterior tórax | 20,6 \pm 1,6 | 20,8 \pm 1,5 | ns | 18,3 \pm 0,8 | 18,7 \pm 1,1 | ns |
| Muñeca | 5,7 \pm 0,2 | 5,8 \pm 0,3 | * | 5 \pm 0,2 | 5,1 \pm 0,3 | ns |
| Húmero | 6,9 \pm 0,3 | 7 \pm 0,3 | ns | 6 \pm 0,2 | 6,1 \pm 0,3 | ns |
| Fémur | 9,8 \pm 0,3 | 10 \pm 0,4 | ns | 8,9 \pm 0,4 | 9,1 \pm 0,3 | ns |
| Maleolar | 7,1 \pm 0,2 | 7,3 \pm 0,4 | * | 6,3 \pm 0,4 | 6,5 \pm 0,3 | ns |
| <i>Longitudes (cm)</i> | | | | | | |
| M. superior | 77,4 \pm 2,8 | 78,9 \pm 3 | ns | 70,3 \pm 2,3 | 72,5 \pm 3,2 | ns |
| M. inferior | 83,4 \pm 2,6 | 84,6 \pm 3,8 | ns | 75,5 \pm 2,9 | 77,5 \pm 4 | ns |
| Brazo | 33,3 \pm 1,4 | 34 \pm 1,5 | ns | 30 \pm 1,8 | 31,3 \pm 1,4 | ns |
| Antebrazo | 25,8 \pm 1,3 | 25,7 \pm 1,4 | ns | 22,4 \pm 1,2 | 23,8 \pm 1,6 | * |
| Mano | 19,1 \pm 0,8 | 19,4 \pm 0,9 | ns | 17,3 \pm 1,1 | 17,8 \pm 0,9 | ns |
| Muslo | 45,2 \pm 1,7 | 45,6 \pm 2 | ns | 41,6 \pm 1,8 | 42,5 \pm 2,3 | ns |
| Pierna | 46,1 \pm 1,5 | 47 \pm 2,2 | ns | 42,3 \pm 2,2 | 43,2 \pm 2,4 | ns |
| Pie | 26,1 \pm 0,9 | 26,2 \pm 1 | ns | 23,3 \pm 1,3 | 23,7 \pm 0,9 | ns |

Diferencia estadísticamente significativa con: * p < 0,05; ** p < 0,01; ***p < 0,001; ****p < 0,0001; ns: diferencia no significativa.

Tabla 3 Somatotipo, composición corporal e índices corporales según sexo y categoría

| Triatlón | Varones | | p | Mujeres | | p |
|--|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|-----|
| | Senior (n = 65) | Junior (n = 43) | | Senior (n = 26) | Junior (n = 19) | |
| | Media ± DE | Media ± DE | | Media ± DE | Media ± DE | |
| <i>Somatotipo</i> | | | | | | |
| Endomorfismo | 1,6 ± 0,3 | 1,9 ± 0,5 | **** | 2,5 ± 0,6 | 3,0 ± 0,6 | ** |
| Mesomorfismo | 4,7 ± 0,8 | 4,7 ± 0,8 | ns | 4,0 ± 0,6 | 3,6 ± 1 | ns |
| Ectomorfismo | 3,3 ± 0,6 | 3,4 ± 0,8 | ns | 3,1 ± 0,8 | 3,4 ± 1 | ns |
| <i>Fraccionamiento 5 componentes (Kerr y Ross, 1991)</i> | | | | | | |
| Piel (kg) | 3,5 ± 0,2 | 3,4 ± 0,2 | ** | 3,3 ± 0,2 | 3,4 ± 0,2 | ns |
| Grasa (kg) | 14,1 ± 1,9 | 14,7 ± 1,7 | ns | 13,9 ± 2,6 | 16,8 ± 2,9 | *** |
| Muscular (kg) | 36,5 ± 3,2 | 34,1 ± 3,9 | **** | 26,1 ± 2,3 | 25,6 ± 2,8 | ns |
| Óseo (kg) | 8,4 ± 0,8 | 8 ± 0,8 | * | 6,2 ± 0,8 | 6,5 ± 0,5 | ns |
| Residual (kg) | 8,8 ± 0,8 | 8,2 ± 0,8 | *** | 6 ± 0,5 | 6 ± 07 | ns |
| Piel (%) | 5,2 ± 0,2 | 5,3 ± 0,2 | ** | 6,1 ± 0,2 | 6,1 ± 0,3 | ns |
| Grasa (%) | 20,5 ± 2,1 | 22,5 ± 2,3 | **** | 25,8 ± 3,9 | 30,1 ± 3,7 | *** |
| Muscular (%) | 53,3 ± 2,8 | 52,1 ± 2,9 | * | 48,5 ± 3 | 45,9 ± 2,8 | ** |
| Óseo (%) | 12,4 ± 1,1 | 12,3 ± 0,9 | ns | 11,4 ± 1,1 | 11,6 ± 0,9 | ns |
| Residual (%) | 12,9 ± 0,8 | 12,6 ± 0,8 | ns | 11,2 ± 0,7 | 10,9 ± 1,3 | ns |
| Peso corporal estimado | 71,3 ± 5,2 | 68,5 ± 5,7 | ** | 55,6 ± 4,7 | 58,3 ± 5,4 | ns |
| <i>Componente graso</i> | | | | | | |
| Sum 6 pliegues (mm) | 38,68 ± 7,61 | 44,83 ± 8,87 | *** | 54,96 ± 14,26 | 69,02 ± 14,63 | ** |
| Sum 7 pliegues (mm) | 41,65 ± 7,96 | 48,22 ± 9,38 | *** | 59,14 ± 15,19 | 74,07 ± 15,70 | ** |
| Sum 8 pliegues (mm) | 48,38 ± 9,37 | 56,01 ± 11,31 | *** | 67,70 ± 17,55 | 85,49 ± 18,46 | ** |
| Peso graso (kg) (Whitens) | 5,11 ± 1,15 | 5,58 ± 1,12 | * | 7,51 ± 2,00 | 9,40 ± 2,04 | ** |
| % graso (Whiters) | 7,43 ± 1,35 | 8,55 ± 1,60 | *** | 13,87 ± 3,20 | 16,78 ± 2,64 | ** |
| Peso graso (kg) (D-W) | 6,81 ± 1,73 | 7,19 ± 1,54 | ns | 10,72 ± 2,18 | 12,18 ± 2,25 | * |
| % graso (D-W) | 9,91 ± 2,23 | 11,0 ± 2,18 | * | 19,82 ± 3,07 | 21,78 ± 2,81 | * |
| Peso graso (kg) (J-P) | 3,67 ± 1,18 | 3,51 ± 1,05 | ns | 7,93 ± 1,66 | 9,39 ± 2,00 | ** |
| % graso (J-P) | 5,33 ± 1,48 | 5,38 ± 1,56 | ns | 14,68 ± 2,47 | 16,76 ± 2,74 | * |
| <i>Componente magro</i> | | | | | | |
| CSA brazo (cm²) | 49,27 ± 5,97 | 44,39 ± 6,45 | **** | 36,21 ± 4,05 | 33,63 ± 6,46 | ns |
| CSA muslo (cm²) | 188,01 ± 14,75 | 179,5 ± 17,3 | ** | 150,17 ± 18,91 | 141,64 ± 16,97 | ns |
| CSA pierna (cm²) | 97,52 ± 8,64 | 94,4 ± 8,61 | ns | 79,58 ± 8,16 | 76,56 ± 7,40 | ns |
| Masa muscular (kg) (Lee) | 32,15 ± 2,02 | 30,95 ± 2,28 | ** | 23 ± 1,49 | 22,82 ± 1,82 | ns |
| % masa muscular (Lee) | 47,04 ± 2,19 | 47,40 ± 1,55 | ns | 42,83 ± 2,19 | 41,05 ± 1,80 | ** |
| <i>Índices</i> | | | | | | |
| Córmico | 52,72 ± 1,08 | 52,67 ± 1,12 | ns | 53,19 ± 1,02 | 52,89 ± 1,06 | ns |
| Envergadura relativa | 1,02 ± 0,02 | 1,02 ± 0,02 | ns | 1,01 ± 0,02 | 1,01 ± 0,02 | ns |
| Braquial | 76,37 ± 3,63 | 75,04 ± 3,33 | ns | 75,46 ± 3,31 | 75,09 ± 2,29 | ns |
| LRMI | 51,78 ± 1,11 | 52,02 ± 1,08 | ns | 51,8 ± 0,96 | 52,31 ± 1,39 | ns |
| Crural | 102,6 ± 3,6 | 102,3 ± 3,5 | ns | 101,9 ± 5,74 | 100,3 ± 3,79 | ns |
| Acromio-ilíaco | 66,54 ± 3,12 | 67,62 ± 3,88 | ns | 71 ± 3,78 | 71,23 ± 5,84 | ns |
| Torácico | 142 ± 11,5 | 143,2 ± 11 | ns | 140,8 ± 10,7 | 147 ± 11,9 | ns |
| Peso/sum 8 pliegues cutáneos | 1,46 ± 0,25 | 1,21 ± 0,25 | **** | 0,84 ± 0,19 | 0,67 ± 0,13 | ** |
| IAKS (g/cm³) | 1,12 ± 0,07 | 1,10 ± 0,07 | ns | 1,07 ± 0,08 | 1 ± 0,09 | * |

CSA: área muscular transversal; Envergadura relativa: envergadura/estatura; IAKS (índice de masa corporal activa): peso magro/talla³·100 g/cm³; Índice acromio-ilíaco: diámetro biiliocrestal/diámetro biacromial; Índice braquial: longitud de antebrazo/longitud de brazo; Índice córmico: talla sentada/estatura; Índice crural: altura tibial/(altura trocánterea-altura tibial); Índice torácico: diámetro transversal de tórax/diámetro anteroposterior de tórax; LRMI (longitud relativa de miembro inferior): altura trocánterea/estatura; Sum: sumatorio.

Diferencia estadísticamente significativa con: * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001; **** p < 0,0001; ns: diferencia no significativa.

En las CSA¹⁸ se obtienen valores superiores a nivel de brazo y muslo en los varones senior, mientras que en las mujeres no hubo diferencias. La masa muscular alcanzó en valores absolutos valores mayores en varones de la categoría senior respecto a los junior, y en la muestra femenina las senior tuvieron valores más altos porcentualmente respecto al peso corporal que las junior.

En los índices antropométricos las diferencias entre categorías fueron en la relación peso corporal/sumatorio de 8 pliegues cutáneos, que fue mayor en la categoría senior en ambos sexos, y en el IAKS en la muestra femenina, con valor más alto en las senior.

Los valores según nivel competitivo del somatotipo, composición corporal e índices se reflejan en la [tabla 4](#). En la muestra masculina solo se encontró significación estadística en el índice braquial, en los que los varones de nivel 1 alcanzaron una media más alta. En la muestra femenina, las diferencias entre nivel 1 y 2 fueron: menor endomorfismo; en el fraccionamiento de 5 componentes, menor grasa (absoluta y relativa) y mayor porcentaje muscular; menores sumatorios de pliegues cutáneos, menores pesos y porcentajes de grasa por las 3 ecuaciones; mayor área muscular a nivel de muslo y mayor porcentaje muscular. Por último, en la relación del peso corporal con el sumatorio de 8 pliegues y en el IAKS obtuvieron valores mayores.

Discusión

En el triatlón hay diferentes distancias según la especialidad (olímpica, media distancia, larga distancia y sprint); también, según nivel de la competición y las condiciones ambientales, se utilizará o no el traje de neopreno (distancia y temperatura del agua) y se podrá autorizar ir a rueda (*drafting*), lo que puede llevar a cambios en la táctica y en los requerimientos fisiológicos del triatleta²¹.

La edad de los campeones y mejores clasificados en los Juegos Olímpicos se encuentra entre 26 y 32 años²², siendo mayor que en la de otros eventos, reflejando la correlación entre edad y rendimiento; a mayor edad, mayor experiencia en competiciones internacionales y más años de entrenamiento. También en los *ironman* la edad de máximo rendimiento es alta; para los varones la media es de 31 años y, en mujeres, de 36 años²³. En nuestra muestra no existía diferencia en la edad media (26 años) entre los varones de la categoría senior del nivel 1 y 2, mientras que en las mujeres las de nivel 1 fueron mayores que las de nivel 2 (27 años frente a 24 años). La edad de los triatletas es superior a la de los practicantes de los deportes individuales de natación y el ciclismo⁹.

Una alta estatura se ha relacionado con el rendimiento en triatlón, ya que una mayor longitud de miembros inferiores se acompañará de una mayor longitud de zancada en la carrera; también en natación resultará beneficioso tener las longitudes de los segmentos más largas^{2,3,5,10,24-26}. La talla de los triatletas adultos en varones se sitúa entre 177 y 181,1 cm^{6,27-29}, y en mujeres, entre 162,1 y 168,5 cm^{6,8}. Es menor que la talla de los nadadores (184 cm en varones y 172 cm en mujeres)³⁰ y más parecida a la de corredores y ciclistas de ruta^{3,9}. En el campeonato del mundo de 1997⁴, la talla media de los senior fue de 180 cm en varones y de 168 cm en mujeres; nuestros varones senior tuvieron

una talla similar, mientras que las mujeres eran de menor talla. Los junior varones participantes en el Mundial de 1997⁴ tuvieron una media de 176 cm y las mujeres de 165 cm; los junior del equipo nacional australiano del año 2011¹⁰ tenían una media de 178,4 cm, y las mujeres, de 167 cm, similar a los resultados de nuestro trabajo. Mientras que los triatletas senior son más altos que los de categoría junior, las triatletas junior superaban en talla a las senior, no existiendo diferencias significativas entre los niveles competitivos.

Un menor pánículo adiposo representado por los pliegues cutáneos y su sumatorio se ha correlacionado fuertemente con el rendimiento en el triatlón⁵. En los senior, nuestro sumatorio de 8 pliegues cutáneos fue similar al obtenido en el campeonato del mundo de 1997⁴: 48,3 mm (varones) y 62,8 mm (mujeres). Los triatletas de categoría junior tenían mayor grasa subcutánea que los senior; la media de los varones era similar a la obtenida por Ackland et al.⁴ y Landers et al.¹⁰, que se sitúa alrededor de 51 mm, mientras que en las mujeres junior el sumatorio fue superior a la media de Landers^{4,10}, que obtuvo 73,1 y 75,8 mm. También encontramos diferencias en las mujeres senior cuando las agrupamos según nivel competitivo, teniendo menor pánículo adiposo las de mayor rendimiento. Es decir, nuestros varones tienen niveles de grasa subcutánea adecuados en los 3 grupos estudiados y solo lo tienen las mujeres senior de primer nivel.

En el fraccionamiento de la masa corporal encontramos, en relación a lo obtenido por Landers et al.³¹, que nuestro grupo senior de varones tiene menores valores en el peso de la piel (3,5 vs 4 kg) y residual (8,8 vs 9,4 kg), y mayor porcentaje de masa muscular (53,3 vs 51,5%) por tener nuestro grupo menor peso total (68,5 vs 72,3 kg). En las mujeres encontramos menor peso total (53,8 vs 59,5 kg) y muscular (26,1 vs 28,4 kg), siendo porcentualmente similares. En la relación de masa muscular a la comparación es similar, salvo en el porcentaje de grasa de las mujeres, que en nuestro grupo fue superior (30,1 vs 24,5%). Cuando dividimos a los senior por su nivel competitivo, se diferenciaban solo las mujeres de nivel 1 por tener menor componente graso tanto en valores absolutos como relativos, y mayor porcentaje muscular.

Knechtle et al.^{27,28,32,33} no encontraron asociación entre ciertas variables antropométricas y el rendimiento total de triatletas de larga distancia, si bien el tamaño de sus muestras era pequeño (menor de 30 sujetos); sí encontraron asociación en varones no profesionales entre el sumatorio de pliegues y la velocidad de carrera²⁹, y entre el porcentaje de grasa y el tiempo total³⁴⁻³⁶. Sus valores de porcentaje de grasa oscilan entre 12,3 a 15,3, que no son comparables, ya que fueron calculados por la ecuación de Ball, en la que interviene el pliegue axilar medio, no incluido en nuestro protocolo. En cuanto al porcentaje muscular, aplican la ecuación de Lee obteniendo valores muy altos, entre 49,5 y 52,7%, superiores a los de nuestro estudio.

Otras variables antropométricas que conforman la estructura del triatleta, como los perímetros y los diámetros óseos, fueron similares en nuestra muestra a lo obtenido por Landers et al. en el campeonato de 1997^{4,5,31}. Destacar que los varones senior en relación con los junior tenían mayor desarrollo a nivel del tren superior, tanto en perímetros como en diámetros, mientras que las mujeres senior tenían menores perímetros en cadera y rodilla que las junior. Hay que recordar que en las mujeres el desarrollo y la maduración son

Tabla 4 Somatotipo, composición corporal e índices corporales según sexo y nivel competitivo

| Categoría senior | Varones | | p | Mujeres | | p |
|--|--------------------------------|--------------------------------|----|--------------------------------|--------------------------------|------|
| | Nivel 1 (n = 23) Media ± DE | Nivel 2 (n = 42) Media ± DE | | Nivel 1 (n = 14) Media ± DE | Nivel 2 (n = 12) Media ± DE | |
| <i>Somatotipo</i> | | | | | | |
| Endomorfismo | 1,5 ± 0,3 | 1,6 ± 0,4 | ns | 2,2 ± 0,5 | 2,8 ± 0,5 | ** |
| Mesomorfismo | 4,6 ± 0,8 | 4,8 ± 0,7 | ns | 4,1 ± 0,7 | 3,9 ± 0,6 | ns |
| Ectomorfismo | 3,2 ± 0,7 | 3,3 ± 0,6 | ns | 3,1 ± 0,8 | 3,1 ± 0,7 | ns |
| <i>Fraccionamiento 5 componentes (Kerr y Ross, 1991)</i> | | | | | | |
| Piel (kg) | 3,5 ± 0,1 | 3,6 ± 0,2 | ns | 3,3 ± 0,2 | 3,3 ± 0,2 | ns |
| Grasa (kg) | 13,5 ± 1,4 | 14,4 ± 2,1 | ns | 12,1 ± 1,1 | 15,9 ± 2,3 | **** |
| Muscular (kg) | 35,5 ± 2,9 | 37 ± 3,2 | ns | 26,4 ± 2,4 | 25,8 ± 2,3 | ns |
| Óseo (kg) | 8,3 ± 0,8 | 8,5 ± 0,9 | ns | 6,1 ± 0,8 | 6,2 ± 0,7 | ns |
| Residual (kg) | 8,8 ± 0,8 | 8,8 ± 0,8 | ns | 5,9 ± 0,5 | 6,1 ± 0,5 | ns |
| Piel (%) | 5,2 ± 0,2 | 5,2 ± 0,2 | ns | 6,2 ± 0,2 | 6,1 ± 0,2 | ns |
| Grasa (%) | 20 ± 1,6 | 20,8 ± 2,2 | ns | 22,9 ± 1,4 | 28,9 ± 3,4 | **** |
| Muscular (%) | 52,5 ± 2,6 | 53,7 ± 2,8 | ns | 50 ± 2,8 | 46,9 ± 2,3 | ** |
| Óseo (%) | 12,4 ± 1 | 12,3 ± 1,1 | ns | 11,5 ± 1,2 | 11,3 ± 1 | ns |
| Residual (%) | 13 ± 0,8 | 12,8 ± 0,9 | ns | 11,3 ± 0,8 | 11,2 ± 0,7 | ns |
| Peso corporal estimado | 69,7 ± 4,7 | 72,2 ± 5,4 | ns | 53,8 ± 4,1 | 57,5 ± 4,6 | * |
| <i>Componente graso</i> | | | | | | |
| Sum 6 pliegues (mm) | 36,88 ± 5,36 | 39,67 ± 8,5 | ns | 45,24 ± 6,35 | 66,29 ± 12,41 | **** |
| Sum 7 pliegues (mm) | 39,84 ± 5,65 | 42,65 ± 8,89 | ns | 48,95 ± 7,07 | 71,02 ± 13,38 | **** |
| Sum 8 pliegues (mm) | 46,17 ± 6,55 | 49,59 ± 10,48 | ns | 55,92 ± 8,35 | 81,44 ± 15,34 | **** |
| Peso graso (kg) (Whiters) | 4,83 ± 0,83 | 5,27 ± 1,27 | ns | 6,26 ± 1,37 | 8,98 ± 1,60 | **** |
| % graso (Whiters) | 7,12 ± 0,95 | 7,60 ± 1,51 | ns | 11,84 ± 2,27 | 16,25 ± 2,38 | **** |
| Peso graso (kg) (D-W) | 6,46 ± 1,47 | 7,01 ± 1,84 | ns | 9,65 ± 1,74 | 11,97 ± 2,01 | ** |
| % graso (D-W) | 9,53 ± 1,97 | 10,12 ± 2,36 | ns | 18,24 ± 2,52 | 21,66 ± 2,66 | ** |
| Peso graso (kg) (J-P) | 3,42 ± 0,85 | 3,81 ± 1,32 | ns | 7,14 ± 1,08 | 8,85 ± 1,77 | ** |
| % graso (J-P) | 5,03 ± 1,07 | 5,49 ± 1,65 | ns | 13,53 ± 1,6 | 16,01 ± 2,69 | ** |
| <i>Componente magro</i> | | | | | | |
| CSA brazo (cm²) | 48,54 ± 5,16 | 49,67 ± 6,40 | ns | 37,54 ± 3,73 | 34,65 ± 3,99 | ns |
| CSA muslo (cm²) | 187,75 ± 13,91 | 188,15 ± 15,36 | ns | 158,71 ± 18,66 | 140,21 ± 14,13 | ** |
| CSA pierna (cm²) | 94,94 ± 7,11 | 98,94 ± 9,14 | ns | 81,24 ± 6,86 | 77,63 ± 9,39 | ns |
| Masa muscular (kg) (Lee) | 31,60 ± 1,51 | 32,45 ± 2,21 | ns | 23,30 ± 1,4 | 22,65 ± 1,59 | ns |
| % masa muscular (Lee) | 46,84 ± 2,18 | 47,14 ± 2,22 | ns | 44,25 ± 1,23 | 41,17 ± 1,88 | **** |
| <i>Índices</i> | | | | | | |
| Córmico | 52,84 ± 0,87 | 52,65 ± 1,18 | ns | 53,38 ± 0,75 | 52,97 ± 1,27 | ns |
| Envergadura relativa | 1,02 ± 0,02 | 1,02 ± 0,02 | ns | 1,01 ± 0,03 | 1,01 ± 0,02 | ns |
| Braquial | 77,72 ± 3,78 | 75,63 ± 3,36 | ** | 74,79 ± 3,28 | 76,19 ± 3,33 | ns |
| LRMI | 51,68 ± 0,85 | 51,84 ± 1,23 | ns | 51,64 ± 0,77 | 52 ± 1,14 | ns |
| Crural | 101,8 ± 3,8 | 103 ± 3,5 | ns | 101,9 ± 5,1 | 102 ± 6,6 | ns |
| Acromio-ilíaco | 66,40 ± 3 | 66,61 ± 3,21 | ns | 71,65 ± 3,04 | 70,29 ± 4,47 | ns |
| Torácico | 143,5 ± 12,1 | 141,3 ± 11,3 | ns | 141,4 ± 9,7 | 140,3 ± 12,1 | ns |
| Peso (kg)/sum 8 pliegues cutáneos | 1,49 ± 0,19 | 1,44 ± 0,27 | ns | 0,96 ± 0,14 | 0,70 ± 0,13 | **** |
| IAKS (g/cm³) | 1,13 ± 0,07 | 1,12 ± 0,07 | ns | 1,09 ± 0,07 | 1,03 ± 0,07 | * |

CSA: área muscular transversal; Envergadura relativa: envergadura/estatura; IAKS (índice de masa corporal activa): peso magro/talla³·100 g/cm³; Índice acromio-ilíaco: diámetro biiliocrestal/diámetro biacromial; Índice braquial: longitud de antebrazo/longitud de brazo; Índice córmico: talla sentada/estatura; Índice crural: altura tibial/(altura trocánterea-altura tibial); Índice torácico: diámetro transversal de tórax/diámetro anteroposterior de tórax; LRMI (longitud relativa de miembro inferior): altura trocánterea/estatura; Sum: sumatorio.

Diferencia estadísticamente significativa: * p < 0,05; ** p < 0,01; ***p < 0,001; ****p < 0,0001; ns: diferencia no significativa.

más precoces que en los varones, y que los junior pueden no haber terminado su maduración musculoesquelética.

Las longitudes de los diferentes segmentos corporales influyen en la biomecánica y en la economía del gesto deportivo^{3,5}. El último tramo del triatlón olímpico, 10.000 m de carrera, es decisivo para la posición final, y es donde la fatiga es mayor por el cansancio acumulado, siendo la exigencia biomecánica totalmente diferente a la de los tramos anteriores. La importancia de la carrera y la natación en relación con el ciclismo es también mayor cuando se permite ir a rueda del de delante¹⁰. Es esencial en el corredor una buena técnica con mínimo gasto de energía ajustada a las características antropométricas. La zancada es un gesto cíclico en que longitud y frecuencia condicionarán la velocidad y el gasto energético^{2,24,26}. En corredores profesionales de fondo una mayor longitud de pierna se correlacionó con una mejor economía³⁷. Otras variables antropométricas implicadas en el rendimiento de la carrera son: menor peso corporal^{3,38}, menores pliegue cutáneo y perímetro de la pierna³⁷. El triatleta cada vez se parece más al corredor, pero manteniendo alguna característica del nadador. La mayoría de los triatletas ganadores salen en el primer grupo del segmento de la natación. La técnica en la natación del triatlón tiene unas características distintas, ya que se practica en aguas abiertas, lo que implica oleaje, corrientes de aire, utilización de traje de neopreno dependiendo de la temperatura del agua, y seguir la estela del de delante. Según las condiciones ambientales el coste energético puede ser mayor y la técnica ha de ajustarse eficientemente para disminuirlo^{2,39,40}.

El desarrollo muscular valorado por las CSA y la masa muscular se sitúa en los triatletas respecto a la población deportista española⁴¹ en el rango medio o intercuartílico: en varones entre percentiles 35-60 y en mujeres entre percentiles 45-75. Los varones senior tenían mayor desarrollo muscular a nivel de brazo y muslo que los junior, y las mujeres senior de nivel 1 mayor desarrollo muscular a nivel de muslo tanto en relación con las senior de nivel 2 como en las junior.

Respecto a los índices, en relación con la población deportista española⁴¹ los triatletas tienen envergadura relativa, índice córmico (longitud del tronco en relación con la talla), índice braquial e índice acromioliaco en el rango medio. El IAKS, índice musculoesquelético, se situó en los varones entre percentiles 35-45, sin diferencias significativas entre grupos, mientras que en las mujeres hay diferencias, estando las senior de nivel 1 en percentil 65-70, las de nivel 2 en percentil 45 y las junior en percentil 35.

El somatotipo del triatleta es mesomórfico dominante, y en segundo lugar predomina la ectomorfia, muy similar a lo obtenido en nadadores de fondo³⁰. Landers et al.³¹ en triatletas obtuvieron en varones senior valores mayores de endomorfismo (1,9 vs 1,6) y menores de mesomorfismo (4,2 vs 4,7) en relación con nuestro estudio, mientras que en las mujeres las diferencias no fueron significativas. También estos autores encontraron endomorfismos más altos en los junior en relación con los senior. Posteriormente, en su estudio de 2011¹⁰ los junior disminuyeron su endomorfismo y aumentaron su ectomorfismo. Leake y Carter⁹ obtuvieron en mujeres americanas un endomorfismo más alto (3,1 vs 2,5) que nuestro grupo senior.

La técnica del triatleta deberá adaptarse a la biotipología particular de cada deportista, ya que mientras el peso y sus componentes graso y muscular pueden ser modificables con el entrenamiento, la talla y las longitudes de los diferentes segmentos no lo son. El éxito dependerá de la capacidad de realizar cada etapa al ritmo óptimo, de forma que la fatiga no afecte al rendimiento de la siguiente²¹; marcadores bioquímicos demuestran que al finalizar la carrera hay daño muscular, renal y del sistema inmune⁴². En la selección del triatleta tenemos que tener presente que no hay un deportista que posea el perfil antropométrico ni fisiológico perfecto y valorar el resto de variables que influyen en el rendimiento, como la capacidad mental y la tolerancia al estrés⁴³.

Los datos aportados en el trabajo corresponden a una muestra amplia y representativa, que puede ser de utilidad para la valoración y el seguimiento de las características antropométricas del triatleta desde la categoría junior a la senior. Los varones no alcanzan el desarrollo musculoesquelético del tren superior hasta la etapa senior, mientras que en las mujeres su desarrollo muscular y óseo se alcanza en la etapa junior. En ambos sexos la grasa disminuye hasta la categoría senior. En las mujeres senior su nivel de rendimiento lo marca una mayor edad y niveles de grasa más bajos. De las variables antropométricas modificables por el entrenamiento, la principal es el peso corporal, que deberá ser el óptimo, con un bajo porcentaje del componente graso y un componente musculoesquelético en rango medio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Millet GP, Vleck VE, Bentley DJ. Physiological requirements in triathlon. *J Hum Sport Exerc*. 2011;6:184-204.
2. Cejuela R, Pérez JA, Cortell JM, Chinchilla JJ. Factores de rendimiento en triatlón olímpico. En: Cejuela R, Cortell JM, Chinchilla JJ, Pérez JA, editores. Nuevas tendencias en entrenamiento deportivo. Alicante: Editorial Club Universitario; 2010. p. 133-56.
3. Sleivert GG, Rowlands DS. Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. *Sports Med*. 1996;22:8-18.
4. Ackland T, Landers B, Smith D. Anthropometric profiles of elite triathletes. *J Sci Med Sport*. 1998;1:52-6.
5. Landers GJ, Blanksby BA, Ackland TR, Smith D. Morphology and performance of world championship triathletes. *Annals Human Biol*. 2000;27:387-400.
6. O'Toole ML, Douglas PS, Hiller WD. Applied physiology of a triathlon. *Sports Med*. 1989;8:201-25.
7. O'Toole M, Douglas W, Hiller B, Crosby L, Douglas P. The ultraendurance triathlete: A physiological profile. *Med Sci Sports Exerc*. 1987;19:45-50.
8. Suriano R, Bishop D. Physiological attributes of triathletes. *J Sci Med Sport*. 2010;13:340-7.
9. Leake CN, Carter JE. Comparison of body composition and somatotype of trained female triathletes. *J Sports Sci*. 1991;9:125-35.
10. Landers GJ, Ong KB, Ackland TR, Blanksby BA, Main LC, Smith D. Kinanthropometric differences between 1997 World

- championship junior elite and 2011 national junior elite triathletes. *J Sci Med Sport*. 2013;16:444–9.
11. Norton K, Olds T, editores. *Anthropometrica*. Australia: University of New South Wales Press; 1996.
 12. Martin AD, Spenst LF, Drinnkwater DT, Clarys JP. Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Med Sci Sports Exerc*. 1990;22:729–33.
 13. Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. *Phys Sports Med*. 1985;13:76–90.
 14. Ross WD, Kerr DA. Fraccionamiento de la masa corporal: un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva. *Apunts Med Esport*. 1991;18:175–87.
 15. Whithers RT, Craig NP, Bourdon PC, Norton KI. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *Eur J Appl Physiol*. 1987;56:191–200.
 16. Whithers RT, Whittingham KI, Norton KI, la Forgia J, Ellis MW, Crockett A. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of female athletes. *Eur J Appl Physiol*. 1987;56:169–80.
 17. Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*. 1974;32:77–97.
 18. Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle-mass: Revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr*. 1982;36:680–90.
 19. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: Development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr*. 2000;72:796–803.
 20. Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping. Development and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press; 1991.
 21. Bentley DJ, Cox GR, Green D, Laursen PB. Maximising performance in triathlon: Applied physiological and nutritional aspects of elite and non-elite competitions. *J Sci Med Sport*. 2008;11:407–16.
 22. Villaruel C, Mora R, González-Parra GC. Elite triathlete performance related to age. *J Hum Sport Exerc*. 2011;6:363–73.
 23. Rüst CA, Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T, Lepers R. Age of peak performance in elite male and female Ironman triathletes competing in Ironman Switzerland, a qualifier for the Ironman world championship, Ironman Hawaii, from 1995 to 2011. *Open Access J Sports Med*. 2012;3:175–82.
 24. Cala A, Cejuela R, Navarro E. Biomechanical analysis of the 10 km-run in a triathlon world cup event: Differences presented by women gold medal. *J Hum Sport Exerc*. 2010;5:34–42.
 25. Landers GJ, Blanksby BA, Ackland TR. The relationship between stride rates, lengths, and body size and their effect on elite triathletes' running performance during competition. *Int J Exerc Sci*. 2011;4:238–46.
 26. Landers GJ, Blanksby BA, Ackland TR. Cadence, stride rate stride length during triathlon competition. *Int J Exerc Sci*. 2011;4:40–8.
 27. Knechtle B, Duff B, Amtmann G, Kohler G. Cycling and running performance, not anthropometric factors, are associated with race performance in a Triple Iron Triathlon. *Res Sports Med*. 2007;15:257–69.
 28. Knechtle B, Kohler G. Running performance, not anthropometric factors, is associated with race success in a Triple Iron Triathlon. *Br J Sports Med*. 2009;43:437–41.
 29. Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T. Skin-fold thickness and training volume in ultra-triathletes. *Int J Sports Med*. 2009;30:343–7.
 30. Carter JEL, Ackland TR. *Kinanthropometry in Aquatic Sports*. USA: Human Kinetics; 1994.
 31. Landers GJ, Blanksby BA, Ackland TR, Smith DA. Kinanthropometric differences between World Championship senior and junior elite triathletes. In *Gatorade International Triathlon Science II Conference*; 2000:74–87. September 20, 2008, Rockhampton, Queensland, Central Queensland University, Disponible en: <http://fulltext.ausport.gov.au/fulltext/1999/triathlon/landers.blanksby.ackland.smith.pdf>
 32. Knechtle B, Knechtle P, Andonje JL, Kohler G. Influence of anthropometry on race performance in ultra-endurance triathletes: World Challenge Deca Iron Triathlon 2006. *Br J Sports Med*. 2007;41:644–8.
 33. Knechtle B, Knechtle P, Schulze I, Kohler G. Upper arm circumference is associated with race performance in ultra-endurance runners. *Br J Sports Med*. 2008;42:295–9.
 34. Knechtle B, Wirth A, Baumann B, Knechtle P, Rosemann T, Senn O. Differential correlations between anthropometry, training volume, and performance in male and female ironman triathletes. *J Strength Cond Res*. 2010;24:2785–93.
 35. Knechtle B, Wirth A, Baumann B, Knechtle P, Rosemann T. Personal best time, percent body fat, and training are differently associated with race time for male and female ironman triathletes. *Res Q Exerc Sport*. 2010;81:62–8.
 36. Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T. Upper body skinfold thickness is related to race performance in male Ironman triathletes. *Int J Sports Med*. 2011;32:20–7.
 37. Lucia A, Esteve-Lanao J, Oliván J, Gómez-Gallego F, San Juan AF, Santiago C, et al. Physiological characteristics of the best Eritrean runners—exceptional running economy. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2006;31:530–40.
 38. Burke ST, Jin P. Predicting performance from a triathlon event. *Journal of Sport Behavior*. 1996;19:272–87.
 39. Olbrecht J. Triathlon: Swimming for winning. *J Hum Sport Exerc*. 2011;6:233–46, 2011.
 40. Bottoni A, Lanotte N, Boatto P, Bifaretti S, Bonifazi M. Technical skill differences in stroke propulsion between high level athletes in triathlon and top level swimmers. *J Hum Sport Exerc*. 2011;6 Suppl:351–62.
 41. Canda AS. Variables antropométricas de la población deportista española. Madrid: Consejo Superior de Deportes, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte; 2012.
 42. Lopes RL, Osiecki R, Rama LM. Biochemical markers during and after an olympic triathlon race. *JEPonline*. 2011;14:87–96.
 43. Bottoni A, Gianfelici A, Tamburri R, Faina M. Talent selection criteria for Olympic distance triathlon. *J Hum Sport Exerc*. 2011;6 Suppl:293–304.